

PCTWELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

P10677PC

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) (X)

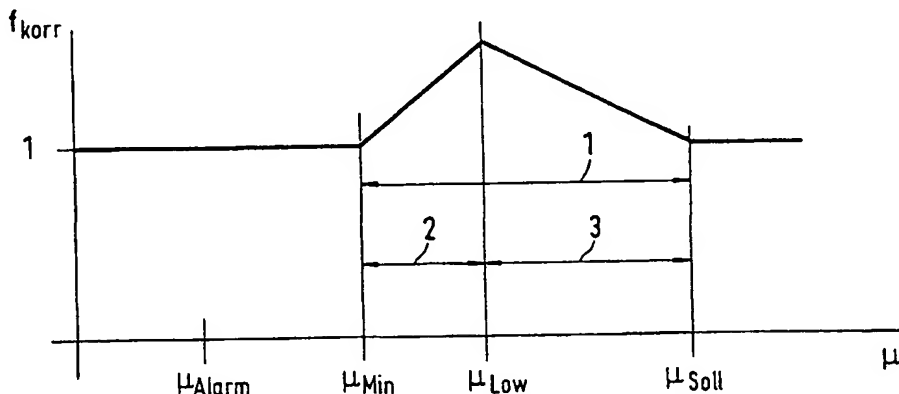
(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : B60T 8/56		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/55024
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/00541		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 21. September 2000 (21.09.00)	
(22) Internationales Anmeldedatum: 25. Januar 2000 (25.01.00)		(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(30) Prioritätsdaten: 199 11 902.3 17. März 1999 (17.03.99) DE		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse 225, D-70567 Stuttgart (DE).			
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FRENTZ, Georg [DE/DE]; Mühlstrasse 46, D-72622 Nürtingen (DE). RIEDEL, Hans-Georg [DE/DE]; Hohenzollernstrasse 104, D-75177 Pforzheim (DE).			
(74) Anwälte: WEISS, Klaus usw.; DaimlerChrysler AG, Intellectual Property Management, FTP - C106, D-70546 Stuttgart (DE).			

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR VARIABLY ADJUSTING THE BRAKE FORCE IN A HYDRAULIC BRAKE SYSTEM OF A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR VARIABLEN EINSTELLUNG DER BREMSKRAFT IN EINER HYDRAULISCHEN BREMSANLAGE EINES KRAFTFAHRZEUGS

(57) Abstract

The invention relates to a method for variably adjusting the brake force in a hydraulic brake system of a motor vehicle, said system consisting in producing a brake pressure which impinges upon a wheel brake device. The aim of the invention is to widely compensate for the decreasing brake effect in hydraulic brake systems. To this end, the actual coefficient of friction between the brake disk and the brake lining of at least one wheel brake is determined and compared with a defined theoretical coefficient of friction. If the actual coefficient of friction falls inadmissibly short of the theoretical coefficient of friction, the brake pressure or a value correlated with the brake pressure is increased to a value multiplied by a correctional factor provided that the actual coefficient of friction lies within a defined range of stabilization (1) of the coefficient of friction which comprises a plurality of coefficients that lie below the theoretical coefficient of friction.



(57) Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zur variablen Einstellung der Bremskraft in einer hydraulischen Bremsanlage eines Kraftfahrzeugs wird ein Bremsdruck erzeugt, welcher eine Radbremseinrichtung beaufschlagt. Um eine nachlassende Bremswirkung in hydraulische Bremsanlagen in weiten Bereichen zu kompensieren, wird der tatsächlich Ist-Reibwert zwischen Bremsscheibe und Bremsbelag mindestens einer Radbremse ermittelt und mit einem vorgebbaren Soll-Reibwert verglichen, wobei bei einer unzulässigen Unterschreitung des Ist-Reibwerts gegenüber dem Soll-Reibwert der Bremsdruck oder eine mit dem Bremsdruck korrelierende Grösse auf einen mit einem Korrekturfaktor multiplizierten Wert erhöht wird, sofern der Ist-Reibwert innerhalb eines definierten Reibwert-Stabilisierungsbereichs (1) liegt, welcher eine Mehrzahl von Reibwerten unterhalb des Soll-Reibwerts umfasst.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun			PT	Portugal		
CN	China	KR	Republik Korea	RO	Rumänien		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SG	Singapur		
EE	Estland	LR	Liberia				

Verfahren und Vorrichtung zur variablen Einstellung der Bremskraft in einer hydraulischen Bremsanlage eines Kraftfahrzeugs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur variablen Einstellung der Bremskraft in einer hydraulischen Bremsanlage eines Kraftfahrzeugs nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 bzw. 15.

Aus der DE 35 26 556 A1 ist eine Bremsanlage für Kraftfahrzeuge bekannt, die einen als Tandemzylinder ausgebildeten Hauptzylinder umfaßt, welcher von einem Bremspedal betätigt wird. Weiterhin ist ein Hilfsdruck-Versorgungssystem vorgesehen, das eine Hydraulikpumpe zur Erzeugung des erforderlichen Bremsdrucks und einen die Pumpe betätigenden elektrischen Motor umfaßt, wobei das von der Pumpe geförderte Hydraulikmedium zur Erzeugung der erforderlichen Bremskraft der Radbremseinrichtung zugeführt wird.

Aus der Druckschrift DE 44 27 170 C1 ist es bekannt, mittels einer Sensoreinrichtung festzustellen, ob Nässe in die Bremsanlage eingedrungen ist, die die Bremswirkung beeinträchtigt. In diesem Fall wird ein temporärer Bremsvorgang mit einer für den Fahrer nicht spürbaren Verzögerung eingeleitet, der durch Verdampfung der Nässe zu einer Abtrocknung der Bremsenteile und Wiederherstellung der vollen Bremsfunktion führt. Die Betätigung der Bremse kann gemäß einer einfachen Ausgestaltung in Abhängigkeit der Scheibenwischerbetätigung erfolgen.

Darüberhinaus offenbart die DE 44 27 170 C1, die Temperatur der Bremsenteile zu erfassen und einen Bremsvorgang für den Fall

vorzunehmen, daß die Bremsentemperatur einen Temperaturgrenzwert unterschreitet.

Eine weitere Einrichtung zum Messen und/oder Regeln der Bremskraft in der Bremsanlage eines Kraftfahrzeugs ist aus der EP 0 189 082 A2 bekannt. In dieser Druckschrift wird vorgeschlagen, die Bremskraft der Radbremsen in der Weise einzustellen, daß ein zulässiger Temperaturhöchstwert nicht überschritten wird. Hierdurch soll ein funktionierender Dauerbetrieb mit hoher, gleichbleibender Bremskraft ermöglicht werden. Diese Einrichtung hat aber den Nachteil, daß relativ starke Zeitverzögerungen bei der Wärmeausbreitung in der Bremsanlage bei der Regelung zu berücksichtigen sind, wodurch das zu regelnde Bremssystem relativ träge reagiert und maximale Bremskräfte nicht kontinuierlich eingehalten werden können.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine nachlassende Bremswirkung in hydraulische Bremsanlagen in weiten Bereichen zu kompensieren.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. 15 gelöst.

Der Ist-Reibwert zwischen Bremsscheibe und Bremsbelag einer Radbremse kennzeichnet die Umsetzung der Spannkraft der Bremszange in die Verzögerungskraft an der Bremsscheibe. Unterschreitet der Ist-Reibwert zwischen Bremsscheibe und Bremsbelag unzulässigerweise den Soll-Reibwert, so wird der Bremsdruck heraufgesetzt, wodurch eine verminderte Bremsleistung, die als Folge von Überhitzung, Verschleiß oder Umwelteinflüssen wie Nässe, Verschmutzung oder Eisbildung entstehen kann, zumindest teilweise ausgeglichen werden kann, so daß weder subjektiv noch objektiv eine Verschlechterung der Bremsleistung eintritt. Um eine Überbeanspruchung der Bremsanlage und ein daraus resultierendes Bremsfading bzw. einen möglichen Bremsausfall als Folge

der automatisch durchgeführten Bremsdruckerhöhung zu verhindern, wird als zusätzliche Bedingung vor der Bremsdruckerhöhung abgeprüft, ob der Ist-Reibwert innerhalb eines definierten Stabilisierungsbereichs liegt, der ein Band von Reibwerten unterhalb des ein Maximum markierenden Soll-Reibwerts umfaßt. Liegt der Ist-Reibwert innerhalb dieses Stabilisierungsbereichs, so wird die Bremsdruckerhöhung durchgeführt. Liegt der Ist-Reibwert unterhalb des Stabilisierungsbereichs, so ist es aus Gründen eines Überlastschutzes nicht zweckmäßig, eine Bremsdruckerhöhung durchzuführen; in diesem Fall unterbleibt die Bremsdruckerhöhung und es wird ein Fehler- bzw. Alarmsignal zur Anzeige gebracht, welches den Fahrer auf den schlechten Bremsenzustand hinweist.

Der Stabilisierungsbereich kann fest vorgegeben werden oder im laufenden Betrieb anhand von sich ändernden Zustands- oder Betriebsgrößen wie zum Beispiel maximal erreichbare Verzögerung, Temperatur der Bremsanlage, Benetzung der Bremsenteile mit Feuchtigkeit etc. ermittelt werden, wodurch ein hohes Maß an Flexibilität erreicht wird.

In vorteilhafter Weiterbildung wird der Stabilisierungsbereich in einen Konstantbereich, in dem über schlechter werdende Reibwerte hinweg eine konstante, maximale Bremsverzögerung eingehalten werden kann, und in einen Gradientenbereich, in dem zwar der Bremsdruck überhöht wird, ohne jedoch die maximale Bremsverzögerung zu erreichen, unterteilt. Der Konstantbereich umfaßt hierbei höhere Reibwerte als der Gradientenbereich, beide Bereiche zusammen füllen den Stabilisierungsbereich zweckmäßig vollständig aus. Die Grenze zwischen Konstantbereich und Gradientenbereich - der untere Reibwert des Konstantbereichs - wird vorteilhaft variabel eingestellt. Es ist insbesondere zweckmäßig, mit zunehmender Temperatur der Radbremseinrichtung den unteren Reibwert des Konstantbereichs in Richtung der unteren Grenze des Gradientenbereichs zu verschieben, wodurch der

Konstantbereich auf Kosten des Gradientenbereichs ausgedehnt wird. Durch diese Verschiebung des unteren Reibwerts des Konstantbereichs wird über einen zunehmenden Bereich kleiner Reibwerte eine konstante Verzögerung erreicht, ohne die der Funktionssicherheit dienende untere Grenze des Stabilisierungsbereichs weiter in Richtung kleinere Reibwerte zu verschieben.

Der Bremsdruck wird zur Kompensierung nachlassender Bremskräfte mit einem Korrekturfaktor größer als eins beaufschlagt, der sich zweckmäßig in Abhängigkeit des gemessenen oder berechneten Ist-Reibwerts, des Soll-Reibwerts sowie dem unteren Grenzwert des aktuellen Bereichs - dem Gradientenbereich oder dem Konstantbereich - errechnet. Der Korrekturfaktor steigt dabei vorteilhaft im Konstantbereich vom Wert 1 ausgehend mit abnehmenden Reibwerten linear an und fällt anschließend im Gradientenbereich mit abnehmenden Reibwerten kontinuierlich und linear bis zum Erreichen des Wertes 1 beim unteren Reibwert des Gradientenbereichs ab.

Der Korrekturfaktor wird im Konstantbereich immer größer, je kleiner der untere Reibwert des Konstantbereichs wird, je mehr also der untere Reibwert des Konstantbereichs in Richtung der unteren Grenze des Gradientenbereichs verschoben wird. Damit kann der Tatsache Rechnung getragen werden, daß mit zunehmender Temperatur ein zunehmender Bremsdruck zum Ausgleich des temperaturbedingten Bremsfadings erforderlich ist.

Weitere Vorteile und zweckmäßige Ausführungsformen sind den weiteren Ansprüchen, der Figurenbeschreibung und den Zeichnungen zu entnehmen. Es zeigen:

Fig. 1 ein Diagramm mit dem Verlauf des Korrekturfaktors zur Erhöhung des Bremsdrucks in Abhängigkeit des Reibwerts,

Fig. 2 ein Diagramm mit dem Verlauf eines um den Korrektur-

faktor überhöhten Reibwerts in Abhängigkeit des tatsächlichen Ist-Reibwerts.

Gemäß Fig. 1 sind die auf der Abszisse aufgetragenen Reibwerte μ zwischen Bremsscheibe und Bremsbelag einer Radbremse in verschiedene Bereiche unterteilt. Zwischen einem unteren Grenzwert μ_{\min} und einem Soll-Reibwert μ_{soll} , der zugleich das üblicherweise erreichbare Reibwert-Maximum zwischen Bremsscheibe und Bremsbelag markiert, erstreckt sich ein Stabilisierungsbereich 1, innerhalb dem zusätzliche Maßnahmen zur Verstärkung der Bremswirkung einer hydraulischen, insbesondere einer elektrohydraulischen Fahrzeugbremse ergriffen werden. Der Stabilisierungsbereich 1 unterteilt sich in einen unteren Gradientenbereich 2 und einen oberen Konstantbereich 3, wobei der Gradientenbereich 2 zwischen dem die untere Grenze des Stabilisierungsbereichs 1 markierenden unteren Reibwert μ_{\min} und dem die untere Grenze des Konstantbereichs 3 markierenden Reibwerts μ_{low} und der Konstantbereich 3 zwischen dem Reibwert μ_{low} und dem Soll-Reibwert μ_{soll} liegt. Der Gradientenbereich 2 und der Konstantbereich 3 grenzen unmittelbar aneinander, beide Bereiche 2, 3 füllen den Stabilisierungsbereich 1 vollständig aus.

Der Korrekturfaktor f_{kor} dient zum Ausgleich vermindelter Reibwerte, um auch bei verschlechterten Reibwerten eine gewünschte Fahrzeugverzögerung zu gewährleisten. Der Korrekturfaktor f_{kor} wird mit dem in der elektrohydraulischen Bremse rechnerisch ermittelten, einem bestimmten Pedaldruck des Fahrers entsprechenden Bremsdruck multipliziert, wodurch eine nachlassende Bremswirkung kompensiert werden kann. Der Korrekturfaktor f_{kor} nimmt lediglich innerhalb des Stabilisierungsbereichs 1 einen Wert größer als eins ein, außerhalb des Stabilisierungsbereichs 1 beträgt der Wert des Korrekturfaktors gleich eins, so daß nur bei Ist-Reibwerten μ_{ist} innerhalb des Stabilisierungsbereichs 1 eine Bremsdruck-Überhöhung durchgeführt wird, nicht jedoch

oberhalb der oberen Grenze des Stabilisierungsbereichs 1, dem Soll-Reibwert μ_{soll} , und unterhalb der unteren Grenze des Stabilisierungsbereichs 1, dem unteren Reibwert μ_{min} .

Die Ermittlung des Korrekturfaktors in Abhängigkeit des tatsächlichen Ist-Reibwerts sowie die Multiplikation des Korrekturfaktors mit dem dem Pedaldruck des Fahrers entsprechenden, in der Bremseinrichtung ermittelten Bremsdruck bietet den Vorteil, daß unmittelbar und ohne Zeitverlust auf eine Verringerung des Ist-Reibwerts reagiert werden kann. Das Bremssystem kann unabhängig von der physikalischen Ursache des Reibwertverlusts zumindest innerhalb des Konstantbereichs 3 auf seinem ursprünglichen, konstanten Bremsniveau gehalten werden.

Innerhalb des Stabilisierungsbereichs 1 ist der Wert des Korrekturfaktors f_{korrr} größer als eins, wobei die Funktion des Korrekturfaktors in Abhängigkeit des Reibwerts bei dem unteren bzw. dem oberen Grenzwert μ_{min} , μ_{soll} bei eins beginnend zu dem zwischen Gradientenbereich 2 und Konstantbereich 3 liegenden Reibwert μ_{min} hin linear ansteigt. Beim Reibwert μ_{min} nimmt die Funktion des Korrekturfaktors ein Maximum ein, die Funktion des Korrekturfaktors nimmt bei linearem Anstieg Dreiecksform ein.

Innerhalb des Konstantbereichs 3 berechnet sich der Korrekturfaktor f_{korrr} in Abhängigkeit des momentanen Ist-Reibwerts μ_{ist} gemäß der linearen Beziehung

$$f_{\text{korrr}} = 1 + (\mu_{\text{soll}}/\mu_{\text{low}} - 1) * (\mu_{\text{soll}} - \mu_{\text{ist}}) / (\mu_{\text{soll}} - \mu_{\text{low}}) ,$$

innerhalb des Gradientenbereichs 2 wird der Korrekturfaktor f_{korrr} nach der linearen Gesetzmäßigkeit

$$f_{\text{korrr}} = 1 + (\mu_{\text{ist}} - \mu_{\text{min}}) / (\mu_{\text{low}} - \mu_{\text{min}}) * (\mu_{\text{soll}}/\mu_{\text{low}} - 1)$$

ermittelt.

Es kann zweckmäßig sein, anstelle einer linearen Funktion für den Korrekturfaktor $f_{\text{kor}}r$ in Abhängigkeit des Ist-Reibwerts μ_{ist} einen nichtlinearen Verlauf vorzugeben.

Der aktuelle Ist-Reibwert μ_{ist} wird vorteilhaft aus der gemessenen oder rechnerisch ermittelten Fahrzeugverzögerung und dem aktuell anliegenden Bremsdruck ermittelt. Es kann aber auch zweckmäßig sein, den Ist-Reibwert μ_{ist} aus einem Vergleich zwischen Soll- und Ist-Fahrzeugverzögerung zu errechnen.

Unterhalb des unteren Grenzwerts μ_{min} des Stabilisierungsbereichs 1 ist ein Minimal-Reibwert μ_{Alarm} eingetragen. Erreicht der aktuelle Ist-Reibwert μ_{ist} den Minimal-Reibwert μ_{Alarm} , wird ein Fehlersignal erzeugt und dem Fahrer als Hinweis auf einen Bremsendefekt bzw. auf eine Gefahrensituation angezeigt.

Fig. 2 zeigt eine Darstellung des um den Korrekturfaktor $f_{\text{kor}}r$ überhöhten Reibwerts, aufgetragen über dem tatsächlichen Ist-Reibwert μ_{ist} . Die Überhöhung des Reibwerts μ_{ist} erfolgt ausschließlich im Stabilisierungsbereich 1, innerhalb dem die Funktion des überhöhten Reibwerts von einer Ursprungsgeraden abweicht. Im Gradientenbereich 2 weist die Funktion des Reibwerts μ_{ist} einen Abschnitt 4 mit gegenüber der Ursprungsgeraden überhöhtem Gradienten auf, im Konstantbereich 3 dagegen liegt der entsprechende Abschnitt 5 der Funktion des Reibwerts μ_{ist} zwar über dem Niveau der Ursprungsgeraden, jedoch auf konstant bleibendem Niveau. Als Folge der Multiplikation mit dem Korrekturfaktor $f_{\text{kor}}r$ wird im Konstantbereich 3 ein kleiner werdender Ist-Reibwert μ_{ist} soweit kompensiert, daß trotz reduziertem Ist-Reibwert eine gleichbleibende Bremsverzögerung erreicht wird. Der Korrekturfaktor $f_{\text{kor}}r$ kann hierbei entweder wie dargestellt

zur Multiplikation des ermittelten Ist-Reibwerts μ_{ist} herangezogen werden, der in die Berechnung des erforderlichen hydraulischen Bremsdrucks einfließt, oder unmittelbar zur Multiplikation des Bremsdrucks oder zur Multiplikation einer sonstigen, den Bremsdruck bzw. die Fahrzeugverzögerung beeinflussenden Größe verwendet werden.

Die Vorrichtung zur variablen Einstellung der Bremskraft in der Bremsanlage eines Kraftfahrzeugs umfaßt ein Regel- und Steuergerät, in dem die zur Einstellung des gewünschten Bremsdrucks erforderlichen Stellsignale erzeugt werden. Hierzu werden dem Regel- und Steuergerät der Ist-Reibwert μ_{ist} als Eingangssignal zugeführt bzw. es wird der Ist-Reibwert μ_{ist} aus Meßgrößen berechnet und mit einem Soll-Reibwert μ_{soll} verglichen. Unterschreitet der Ist-Reibwert μ_{ist} den Soll-Reibwert μ_{soll} in unzulässiger Weise und liegt außerdem der Ist-Reibwert μ_{ist} innerhalb des Stabilisierungsbereichs, erzeugt das Regel- und Steuergerät ein Stellsignal, mit dem der Bremsdruck auf einen mit dem Korrekturfaktor f_{kor} multiplizierten Wert erhöht wird.

In zweckmäßiger Weiterbildung kann zur Verbesserung des Bremsverhaltens vorgesehen sein, daß bei Nässe auch bei ungebremster Fahrt ein geringer Bremsdruck in Höhe von vorteilhaft etwa 3 bar bis 8 bar aufgebaut wird, um durch das Anlegen der Bremsbeläge an die Bremsscheiben einen Wasserfilm auf den Bremsscheiben zu verdrängen. Der geringe Bremsdruck stellt sicher, daß sich keine spürbare, unerwünschte Fahrzeugverzögerung einstellt. Zur Vermeidung unnötiger automatischer Bremsbetätigungen bei Nässe kann es zweckmäßig sein, die Bremsfunktion über einen Regensensor und/oder die Benutzung des Windschutzscheibenwischers auszulösen. Gegebenenfalls wird das Motormoment erhöht, beispielsweise durch Erhöhung der eingespritzten Kraftstoffmenge und der entsprechenden Luftzufuhr, um das Bremsmoment zu kompensieren und die Fahrzeuggeschwindigkeit

konstant zu halten.

Weiterhin kann die Korrosionsgefahr in der Bremsanlage herabgesetzt werden, indem ein geringer Bremsdruck ohne spürbare Fahrzeugverzögerung aufgebaut wird, wodurch die Temperatur der Bremsanlage auch bei ungebremster Fahrt auf einem geringen, für das Bremsenmaterial unschädlichen Niveau stabilisiert werden kann. Als Folge der erhöhten Bremsentemperatur wird die Feuchtigkeit von der Radbremse weitgehend entfernt bzw. ferngehalten. Als zusätzlicher Effekt wird die Bremsscheibe von Verschmutzung und Streusalz befreit.

Der Aufbau des Bremsdrucks bei ungebremster Fahrt kann intervallweise durchgeführt werden, wobei die Länge der Intervalle bestimmt wird durch die Länge von Fahrzeiten ohne durch den Fahrer ausgelöster Bremsung, von der Scheibenwischereinstellung und von der Bremsbelastung eines vorangegangenen Bremsvorganges.

Zur Verhinderung von Dampfblasenbildung in der Bremsflüssigkeit als Folge einer Bremsenüberhitzung kann der Siedepunkt der Bremsflüssigkeit durch ein gezieltes Einschließen eines Restdrucks in der Bremsanlage erhöht werden, wodurch das Ausgasen des Fluids verhindert wird. Insbesondere bei sehr häufigen und/oder starken Bremsbetätigungen bei zugleich geringer Gaspedalbetätigung besteht Überhitzungsgefahr in der Bremsanlage, der durch Einschließen des Restdrucks entgegengewirkt werden kann. Als weiterer Parameter kann die Betriebszeit der Bremsflüssigkeit seit dem letzten Bremsflüssigkeitswechsel berücksichtigt werden. Der Fahrer wird zweckmäßig auf die Überbeanspruchung der Bremsanlage hingewiesen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur variablen Einstellung der Bremskraft in einer hydraulischen Bremsanlage eines Kraftfahrzeugs, bei dem ein Bremsdruck erzeugt wird, welcher eine Radbremseinrichtung beaufschlagt,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

- daß der tatsächliche Ist-Reibwert (μ_{ist}) zwischen Bremsscheibe und Bremsbelag mindestens einer Radbremse ermittelt und mit einem vorgebbaren Soll-Reibwert (μ_{soll}) verglichen wird,
- daß bei einer unzulässigen Unterschreitung des Ist-Reibwerts (μ_{ist}) gegenüber dem Soll-Reibwert (μ_{soll}) der Bremsdruck oder eine mit dem Bremsdruck korrelierende Größe auf einen mit einem Korrekturfaktor (f_{kor}) multiplizierten Wert erhöht wird, sofern der Ist-Reibwert (μ_{ist}) innerhalb eines definierten Reibwert-Stabilisierungsbereichs (1) liegt, welcher eine Mehrzahl von Reibwerten (μ) unterhalb des Soll-Reibwerts (μ_{soll}) umfaßt, wobei der Korrekturfaktor (f_{kor}) auf einen Wert größer als eins gesetzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß der Stabilisierungsbereich (1) in einen unteren Gradientenbereich (2) und einen oberen Konstantbereich (3) unterteilt wird, wobei im Konstantbereich (3) eine konstante Bremsverzögerung erreichbar ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß innerhalb des Konstantbereichs (3) mit abnehmendem Ist-Reibwert (μ_{ist}) der Korrekturfaktor (f_{korrr}) ansteigt.

4. Verfahren nach Anspruch 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß der Korrekturfaktor (f_{korrr}) linear ansteigt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß der Korrekturfaktor (f_{korrr}) im Konstantbereich der Gesetzmäßigkeit

$$f_{korrr} = 1 + (\mu_{soll}/\mu_{low} - 1) * (\mu_{soll} - \mu_{ist}) / (\mu_{soll} - \mu_{low})$$

folgt, worin

μ_{ist} den Ist-Reibwert,

μ_{soll} den Soll-Reibwert,

μ_{low} den unteren Reibwert des Konstantbereichs

bezeichnen.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß der Korrekturfaktor (f_{korrr}) im Gradientenbereich der Gesetzmäßigkeit

$$f_{\text{kor}} = 1 + (\mu_{\text{ist}} - \mu_{\text{min}}) / (\mu_{\text{low}} - \mu_{\text{min}}) * (\mu_{\text{soll}}/\mu_{\text{low}} - 1)$$

folgt, worin

μ_{min} den unteren Reibwert des Gradientenbereichs

bezeichnet.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß ein unterhalb des Stabilisierungsbereichs (1) liegender Minimal-Reibwert (μ_{Alarm}) definiert wird und bei einem Unterschreiten des Minimal-Reibwerts (μ_{Alarm}) ein Fehlersignal erzeugt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß der untere Reibwert (μ_{min}) des Gradientenbereichs (2), der untere Reibwert (μ_{low}) des Konstantbereichs (3) und/oder der Soll-Reibwert (μ_{soll}) in Abhängigkeit von Fahrzeug-Betriebsgrößen, Zustandsgrößen oder Parameter vorgebar sind.

9. Verfahren nach Anspruch 8,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß mit zunehmender Temperatur der Radbremseinrichtung der untere Reibwert (μ_{low}) des Konstantbereichs (3) in Richtung des unteren Reibwerts (μ_{min}) des Gradientenbereichs (2) verschoben wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Ist-Reibwert (μ_{ist}) aus der gemessenen Fahrzeugverzögerung und dem aktuellen Bremsdruck ermittelt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß bei Feuchtigkeit die Bremsbeläge mit geringem Druck an die Bremsscheiben angelegt werden.
12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Anlegen der Bremsbeläge an die Bremsscheibe durch ein Signal eines Regensors ausgelöst wird.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Anlegen der Bremsbeläge an die Bremsscheibe durch die Inbetriebnahme des Scheibenwischers ausgelöst wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Bremsbeläge soweit an die Bremsscheibe angelegt werden,
daß die Temperatur der Radbremseinrichtung etwa eine Soll-Temperatur einnimmt.

15. Vorrichtung zur variablen Einstellung der Bremskraft in einer hydraulischen Bremsanlage eines Kraftfahrzeugs, insbesondere Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 14, mit einem Regel- und Steuergerät zur Generierung von Stellsignalen zur Einstellung des Bremsdrucks in einer Radbremseinrichtung,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

- daß dem Regel- und Steuergerät als Eingangssignal der tatsächliche Ist-Reibwert (μ_{ist}) zwischen Bremsscheibe und Bremsbelag mindestens einer Radbremse zuführbar und mit einem vorgebbaren Soll-Reibwert (μ_{soll}) vergleichbar ist,
- daß bei einer unzulässigen Unterschreitung des Ist-Reibwerts (μ_{ist}) gegenüber dem Soll-Reibwert (μ_{soll}) in dem Regel- und Steuergerät ein den Bremsdruck erhöhendes Stellsignal für den Fall generierbar ist, daß das den Ist-Reibwert (μ_{ist}) repräsentierende Eingangssignal innerhalb eines definierten Reibwert-Stabilisierungsbereichs (1) unterhalb des Soll-Reibwerts (μ_{soll}) liegt.

1/1

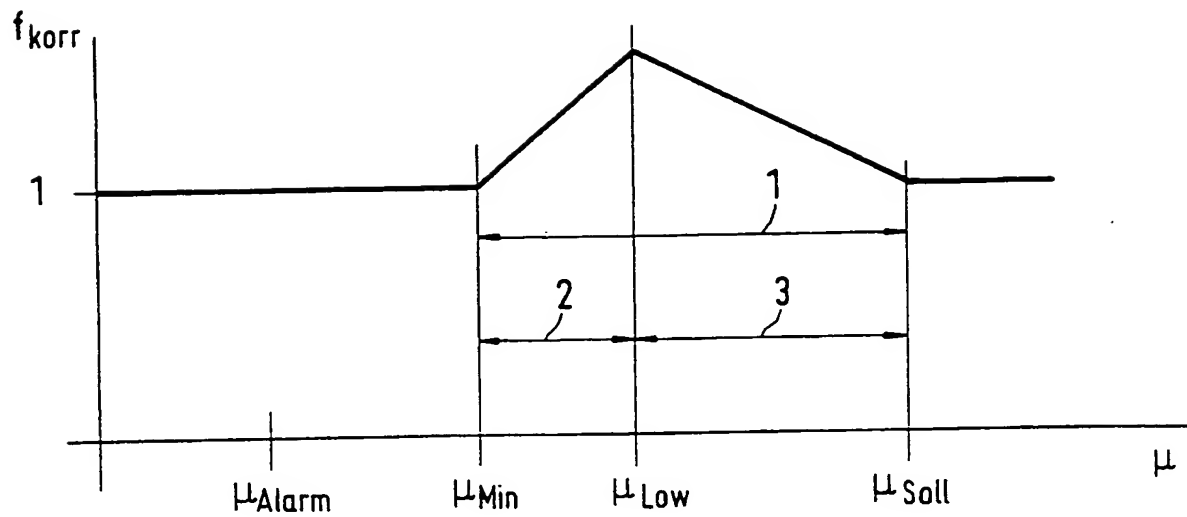


Fig. 1

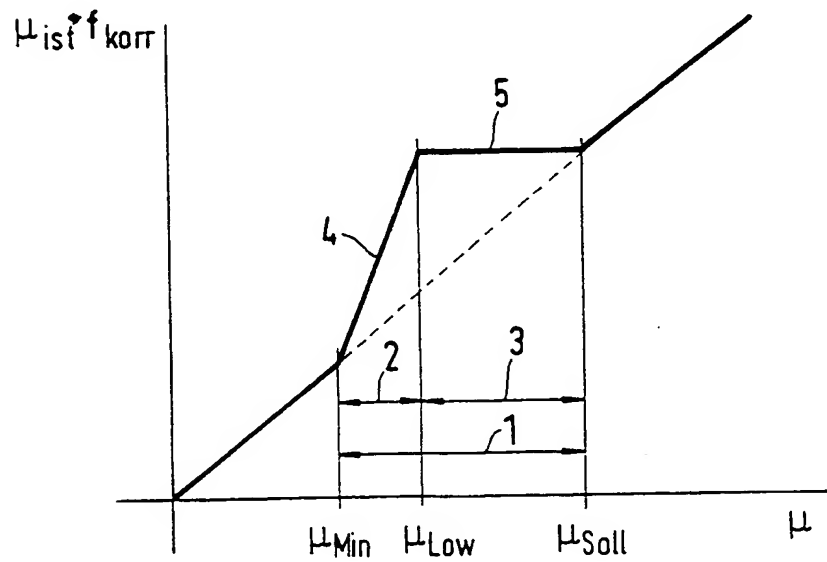


Fig. 2

ERSATZBLATT (REGEL 26)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/00541

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B60T/56

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B60T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 2 297 134 A (BOSCH GMBH ROBERT) 24 July 1996 (1996-07-24) page 14, line 24 - page 15, line 13 page 17, line 6 - line 15 figure 4	1-4, 7, 15
A	DE 44 27 170 C (DAIMLER BENZ AG) 12 October 1995 (1995-10-12) cited in the application abstract	1, 11-13, 15
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 430 (M-1460), 10 August 1993 (1993-08-10) & JP 05 092760 A (TOYOTA MOTOR CORP), 16 April 1993 (1993-04-16) abstract	1, 15

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

*** Special categories of cited documents :**

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 May 2000

Date of mailing of the international search report

06/06/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Colonna, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. onal Application No

PCT/EP 00/00541

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2297134	A	24-07-1996	DE 19501760 A	25-07-1996
			FR 2729626 A	26-07-1996
			JP 8230634 A	10-09-1996
			US 5727852 A	17-03-1998
DE 4427170	C	12-10-1995	FR 2723060 A	02-02-1996
			GB 2291946 A,B	07-02-1996
			US 5570937 A	05-11-1996
JP 05092760	A	16-04-1993	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte. onales Aktenzeichen

PCT/EP 00/00541

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B60T8/56

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B60T

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB 2 297 134 A (BOSCH GMBH ROBERT) 24. Juli 1996 (1996-07-24) Seite 14, Zeile 24 -Seite 15, Zeile 13 Seite 17, Zeile 6 - Zeile 15 Abbildung 4	1-4,7,15
A	DE 44 27 170 C (DAIMLER BENZ AG) 12. Oktober 1995 (1995-10-12) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	1,11-13, 15
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 430 (M-1460), 10. August 1993 (1993-08-10) & JP 05 092760 A (TOYOTA MOTOR CORP), 16. April 1993 (1993-04-16) Zusammenfassung	1,15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. Mai 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/06/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Colonna, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/00541

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2297134 A	24-07-1996	DE 19501760 A	25-07-1996
		FR 2729626 A	26-07-1996
		JP 8230634 A	10-09-1996
		US 5727852 A	17-03-1998
DE 4427170 C	12-10-1995	FR 2723060 A	02-02-1996
		GB 2291946 A, B	07-02-1996
		US 5570937 A	05-11-1996
JP 05092760 A	16-04-1993	KEINE	

THIS PAGE BLANK (USPTO)